

ENSAYO Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS EN UN MODELO DE SIMULACIÓN DE DINÁMICAS RESIDENCIALES Y DE TRANSPORTE URBANO

Augusto Avalos¹ (1), Rocio Salas Giorgio⁽²⁾, Laura Aón⁽³⁾, Maria Barri⁽⁴⁾, Irene Martini⁽⁵⁾, Olga Ravella⁽³⁾, Jorge Karol⁽³⁾
IIPAC (Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido), FAU, UNLP Calle 47 N° 162 (1900), La Plata,
Prov. de Buenos Aires. [www.fau.unlp.edu.ar/investigación/institutos y centros](http://www.fau.unlp.edu.ar/investigación/institutos_y centros)
e-mail: augustoaug@gmail.com, Tel: +54 (0221) 423-6587 int. 250.

RESUMEN: Con el propósito de formular el sistema de ecuaciones del prototipo de un modelo de simulación y experimentación numérica ('NUMEX', en elaboración), se analizan relaciones entre variables vinculadas a los usos del suelo y a la movilidad de la población que configuran patrones y dinámicas urbanas, en dos unidades territoriales (zonas de transporte) en el Partido de La Plata. Se discuten resultados preliminares de ensayos de políticas orientadas a optimizar consumos energéticos y a reducir las emisiones de GEI originadas en la actividad residencial y el transporte. Se revisan aspectos conceptuales, metodológicos, instrumentales y operativos ligados a la selección y análisis de datos, a su representación y espacialización y a la formulación del sistema de ecuaciones del modelo.

Palabras clave: Dinámicas urbanas - Experimentación numérica - Políticas de suelo, transporte y energía.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto 'NUMEX'² apunta a modelizar la estructura y evolución dinámica de un subsistema urbano - configurado por la interrelación de *patrones poblacionales y territoriales de producción, ocupación y usos de suelo urbano, de movilidad y de consumos energéticos* en el Gran La Plata - como soporte para diseñar, ensayar y evaluar instrumentos de política que *orienten* el crecimiento urbano hacia una sustentabilidad creciente, con reducción de brechas y asimetrías socio-territoriales.

NUMEX es un modelo multi-agente, dinámico, abierto, escalable y teóricamente "liviano"³ (Varsavsky, 1971), diseñado y operado mediante aproximaciones sucesivas. Su propósito es *desplegar analíticamente* algunas vinculaciones estructurales, comportamientos y evoluciones de las variables que componen el sistema y evaluar mediante ecuaciones de tipo "contable"⁴ (Varsavsky, 1971) las condiciones de contexto que los explican⁵. No es, por tanto, un modelo predictivo, de optimización, de equilibrio, de convergencia ni de síntesis. Todas sus variables admiten desagregaciones (y reagregaciones) funcionales diversas y progresivas, adecuadas a la naturaleza de los procesos a describir y/o de los experimentos a conducir en una fase dada de su operación. Las hipótesis sobre condiciones de contexto y parámetros y los resultados de los ensayos de políticas se revisan críticamente mediante indicadores numéricos y/o cualitativos de sustentabilidad (Karol et al, 2008) y calidad de vida urbana (Discoli et al., 2008), así como de viabilidad técnica, institucional y/o política (Karol et al., 2010). Esos indicadores registran brechas, insatisfacciones, insuficiencias, asimetrías, inelasticidades o incompatibilidades para *procesos* urbanos (desequilibrios ambientales, insustentabilidad económica, fragmentación territorial) y/o para *actores* sociales determinados (subconsumos energéticos, déficits de vivienda, inequidades en consumos, en ingresos y/o en accesibilidades urbanas).

El diseño de la arquitectura general del modelo (que representa las interrelaciones entre los componentes del subsistema urbano analizado, en la escala del Gran La Plata), la definición de sus módulos y la formulación de sus sistemas de ecuaciones se nutre de dos vías: una 'directa' y otra 'inversa'. La vía '**directa**' considera la interacción entre diversas demandas y ofertas urbanas que cuatro **actores** sociales (Población y Hogares, Estado, Empresas y Unidades productivas, Tercer Sector) generan sobre cuatro **vectores** clave de estructuración territorial (Base económica local/regional; Usos del Suelo; Movilidad y Energía). Esas demandas y ofertas se dirimen en mercados u otros 'ámbitos de transacción' diversos. La vía '**inversa**' diseña el modelo 'desde el final hacia el comienzo': reconstruye *cadena de procesos* determinantes de

(1) Becario ANPCyT (2) Becaria CONICET (3) Investigador UNLP (4) Becaria de Entrenamiento FAU-UNLP (5) Investigador CONICET. Los autores agradecen los valiosos aportes de María B. Sánchez Arrabal a una versión anterior de este artículo.

² Sus principales características fueron descriptas en Karol et al. (2008), Martini et al. (2010)

³ En un modelo 'liviano', la mayoría de los parámetros y variables de control del modelo varían exógenamente. En lo posible, se evita introducir explícitamente hipótesis teóricas - tales como decisiones 'racionales', correlaciones funcionales o funciones de optimización bajo restricciones predefinidas. Por tanto, NUMEX no opera sólo como un modelo *deductivo* sino esencialmente como un modelo abierto para el diseño y *construcción* (ensayo y viabilización) de estrategias y políticas públicas.

⁴ La principal función de las ecuaciones 'contables' del modelo es la de definir el significado exacto de coeficientes y parámetros. Las reglas que definen los estados de las variables están definidas implícitamente en matrices probabilísticas y en relaciones incrementales de tipo Insumo / Producto.

⁵ Se asume que las variables de estado del modelo son inseparables (aunque discernibles) de sus condiciones de contorno. Por tanto, pueden descomponerse en (a) un componente 'físico', 'real' o *técnico* y (b) parámetros cuali o cuantitativos de control - siempre exógenos - que representan y expresan las diversas condiciones que rodean, explican y *viabilizan* las condiciones en que un componente *técnico* dado ocurre y se manifiesta (componente *político*). Esta característica propia de NUMEX sustenta la posibilidad de ensayar instrumentos y políticas urbanas alternativas (Karol et al., 2009).

variables *de salida* del modelo (indicadores seleccionados de sustentabilidad y calidad de vida urbana) que derivan de las relaciones estructurales y dinámicas de cambio en diversos *patrones territoriales*. La vía ‘*inversa*’ permite representar - a través de una taxonomía jerárquica - las trayectorias lógicas (dinámicas urbanas) de variables cuya interacción *explica* (conduce a) las salidas del modelo (Karol et al., 2008). En ambas vías, las actividades ligadas a la localización territorial de los actores y a las diversas modalidades y dispositivos de *gestión* de la distancia se asocian a *consumos energéticos* originados en fuentes fijas (residencias, unidades productivas, centralidades) y móviles (sistemas y modos de transporte) y generan particulares tipos de *residuos*.

La adecuada representación y la reconstrucción del sistema mediante ambas vías *simultáneamente* son insumos clave para la formulación del sistema de ecuaciones del modelo. Con ese propósito, los análisis que siguen examinan la consistencia y sensibilidad de las relaciones entre algunas variables críticas.

2. ANÁLISIS DE PATRONES TERRITORIALES DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Con el propósito de representar una adecuada aproximación a esas *trayectorias* lógicas y evaluar posteriormente algunas políticas energéticas alternativas se integró un análisis espacializado de la conformación y evolución, entre 1991 y 2001, de patrones de usos de suelo urbano, transporte de pasajeros y de los consumos energéticos que derivan de ellos, según localizaciones, tipologías y comportamientos de hogares residentes⁶. Estas exploraciones y análisis se llevan a cabo sobre un prototipo *reducido* de NUMEX (menor complejidad de su organización, menor cantidad de módulos, variables más agregadas, descripto en Martini et al., 2010, ver Fig. 1), que - para formular hipótesis de comportamiento y ensayar políticas energéticas - se aplica empíricamente sobre dos Zonas de Transporte (ZT) localizadas en dos periferias (Villa Elisa, al NO y Villa Elvira, al SE) de la ciudad de La Plata (ver Fig. 2), con diferentes distancias a centralidades, niveles de consolidación, densidades, perfiles sociodemográficos y socioeconómicos, pautas de movilidad y de consumo energético (Ravella, 2002 y 2004; Aón, 2003; Martini, 2010). La distribución de cada variable en el universo de análisis fue normalizada en tres estratos homogéneos y comparables (terciles). En base a las relaciones establecidas en el Prototipo 1, se trabajó con las siguientes variables e indicadores:

VARIABLES	INDICADORES
Población, Hogares y superficie de radio censal	Población y Hogares (según tamaño) por Hectárea
Población y Has ocupadas con usos residenciales	Densidad residencial neta hab/ha
Consumos energéticos (EE y GN) por hogar y totales anuales	Consumo energético residencial –TEP anuales
Consumos energético por transporte	Consumo energético de transporte – TEP anuales

Tabla 1. Construcción de variables y indicadores

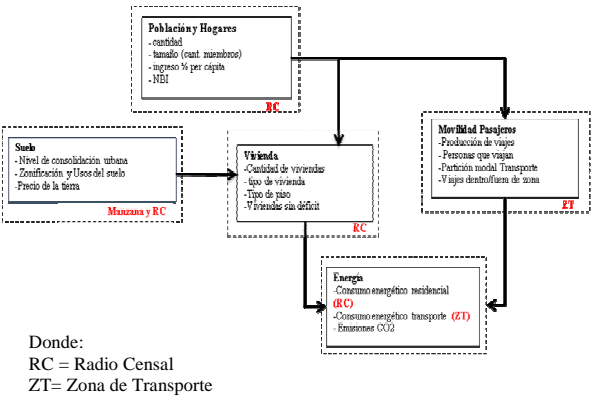


Figura 1. Arquitectura o Mapa relacional del Prototipo 1 del modelo NUMEX.

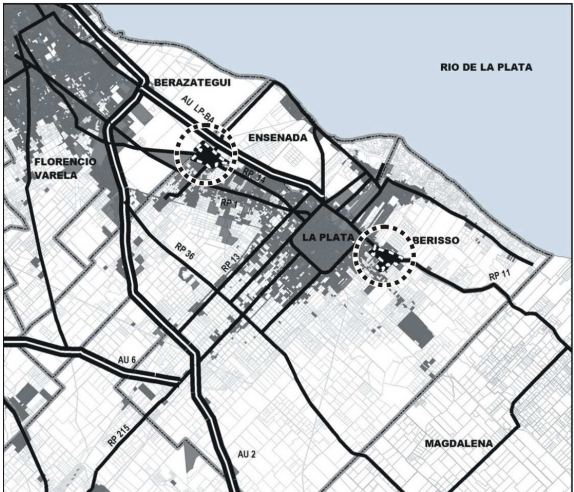


Figura 2. Zonas de transporte seleccionadas en el Partido de La Plata

⁶ El estudio de la accesibilidad y usabilidad de diversas bases de datos de fuentes propias y externas permitió analizar las posibilidades y limitaciones para disponer de series temporales consistentes y con coberturas territoriales compatibles, al más bajo nivel de desagregación posible, lo que evidenció diversos obstáculos en el manejo de la información necesaria: (i) escasos datos originalmente georeferenciados, sin un sistema único de referencia.; (ii) baja comparabilidad de preguntas, de unidades territoriales de referencia en los censos y de cortes temporales en distintas fuentes de investigación o de información de distintas agencias gubernamentales. Esto llevó a encarar distintas estrategias: (i) recuperar, representar y mapear cartográficamente datos originales en ausencia de datos georeferenciados; (ii) trabajar sólo con variables con definición homogénea y comparable; (iii) reconstruir y agregar datos de base a los niveles territoriales que permitieran su comparación; (iv) usar sólo variables con información comparable para períodos idénticos (Martini et al., 2010). Al agregar un segundo corte temporal, estas limitaciones resultaron aún más restrictivas

3. CARACTERIZACIÓN INICIAL DE LAS ZONAS DE TRANSPORTE

Se estudia el comportamiento de las variables e indicadores seleccionados y contruidos de las Unidades Territoriales (Manzana, Radio Censal (RC) y Zona de Transporte (ZT) para cada corte temporal y en el periodo intercensal 1991 – 2001.

Las características particulares de cada una de las áreas de estudio incluyen su condición periférica con diferencias respecto a sus distancias al área central de la ciudad, nivel de ingreso de la población, valor del suelo, paisaje y conformación histórica.

Villa Elisa se constituye como periferia de preferencia residencial desde el período fundacional de La Plata, destacándose desde entonces por su calidad paisajística y ambiental. Es una periferia con valor de la tierra y nivel de ingreso notablemente alto, aún encontrándose más alejada del área central de la ciudad, pero ubicada dentro del eje de conurbación noroeste (City Bell, Villa Elisa, Gonnet, etc.) que conecta con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Por su parte, Villa Elvira constituye también una periferia residencial, muy próxima al casco fundacional de la ciudad de La Plata, en proceso de ocupación y expansión, y con índices socioeconómicos y de valor del suelo más bajo.

La dinámica urbana observada en el periodo 1991-2001 y registrada para las áreas de estudio de Villa Elvira y Villa Elisa evidencia variaciones diferenciadas entre cada una de las dimensiones principales del trabajo: población, hogares y viviendas, transporte y usos de suelo.

Ambas áreas de estudio presentan variaciones de los *usos* del suelo, identificándose en el suelo agrícola cambios preferencialmente hacia Residencia en Villa Elisa, y tecnificación del uso productivo (extensivo a intensivo) en Villa Elvira.

Debe destacarse el amplio incremento del *valor* del suelo en la zona de Villa Elisa, directamente relacionada al comportamiento de los precios del metro cuadrado en el eje de conurbación noroeste.

La población de Villa Elisa tuvo un bajo crecimiento en el periodo considerado (1,5%) mientras que la de Villa Elvira creció un 40%. Este aumento tuvo su correlato en la ocupación del territorio, viéndose reflejado en el incremento de la densidad residencial y cantidad de viviendas construidas en el periodo intercensal. Esto deriva en que en el 2001 los porcentajes de ocupación del suelo alcancen el 60 % que - junto a las restantes características de ambas zonas - se ilustra a continuación.

Zona de Transporte	Año	Población (hab)	Δ %	Densidad Residencial (hab/ha)	% de Ocupación del Suelo	Cantidad de Viviendas	% Tipo de Vivienda Sin déficit	Distancia al Centro	Ingreso Medio Per Capita	Valor de la Tierra (\$/m²)
Villa Elvira	1991	8.482		352,05		2.031,00	50,71	7,2	569,5	13,6
	2001	11.879	40,05	421,48	61,00	2.968,00	60,20	7,2		13,6
Villa Elisa	1991	11.270		1.097,44		3.123,00	88,92	14	674,7	13,60
	2001	11.439	1,5	1.032,64	67,00	3.434,00	92,42	14		86,34

Tabla 2. Caracterización de las áreas de estudio.

4. COMPORTAMIENTOS ENERGÉTICOS

4.1. Comportamiento Energético del Sector Residencial

Para el análisis del consumo energético en el sector residencial se consideraron las siguientes variables: i. Localización: Villa Elisa/Villa Elvira; ii. Población: cantidad de habitantes; iii. Cantidad de hogares; iv. Tamaño de los hogares; v. Consumo de Gas en TEP/año; y vi. Consumo de electricidad en TEP/año. Los datos de población y hogares se tomaron de los respectivos Censos, mientras que los consumos energéticos del sector residencial por tamaño de hogar tanto para energía eléctrica como para gas natural se obtuvieron a partir de la sistematización de encuestas encaradas por nuestro Instituto para los dos cortes temporales (1991 y 2001).

Las dos zonas de transporte seleccionadas presentan bajas densidades. La densidad residencial de Villa Elvira en 1991 es un 68% menor que la de Villa Elisa. Sin embargo, esta diferencia fue disminuyendo: hacia 2001, en Villa Elvira aumentó en un 20% mientras que en Villa Elisa se redujo en un 6%. (Ver Figura 3).

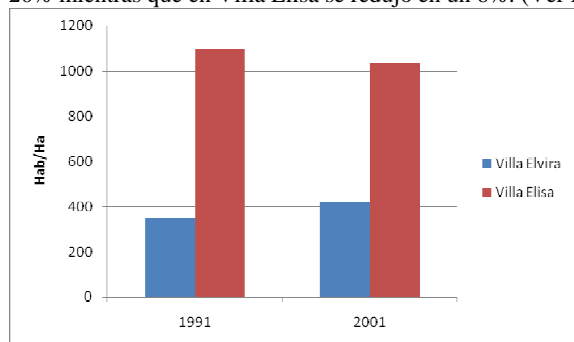


Figura 3. Densidad Residencial

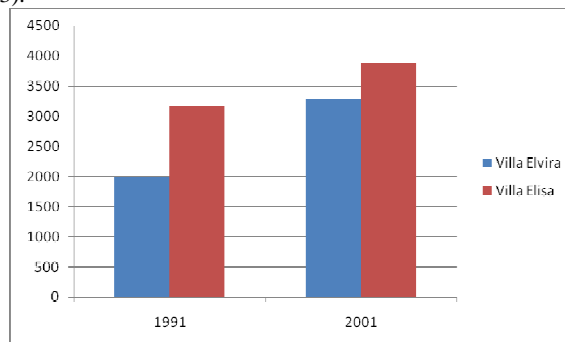


Figura 4. Consumo Energético Residencial

El aumento de densidad residencial en Villa Elvira se produce principalmente por el crecimiento de los hogares de 4 integrantes (22% del total) mientras que en Villa Elisa, en cambio, disminuye la proporción de hogares con 4 miembros y aumenta la de los hogares con 2 integrantes (Ver Figuras 5 y 6).

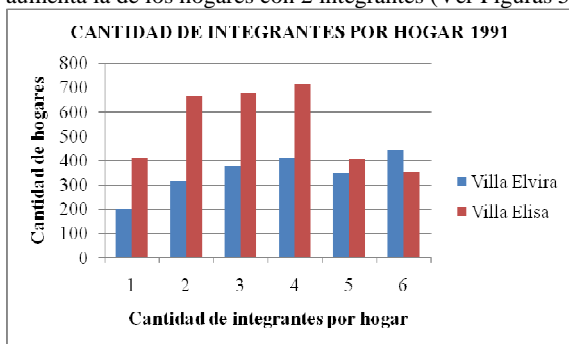


Figura 5. Cantidad de integrantes del Hogar 1991.

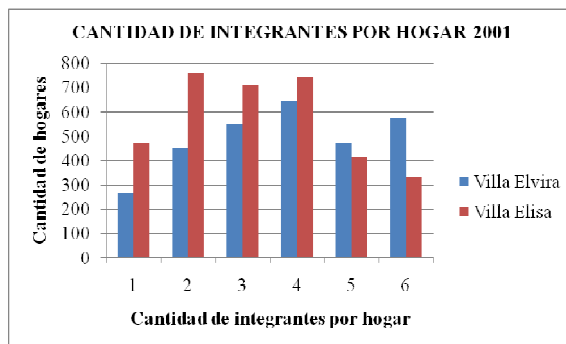


Figura 6. Cantidad de integrantes del Hogar 2001.

El análisis de la dinámica de la densidad residencial permite deducir su estrecha vinculación al consumo energético ya que la conformación de los hogares está sumamente ligada tanto a la densidad residencial como a la energética.

Al analizar el consumo energético del sector residencial a partir de la dinámica urbana entre 1991 y 2001 en ambas zonas (inferior al del Casco) se verifica que el consumo energético per cápita en Villa Elvira es un 10% menor que Villa Elisa.

En cuanto a la densidad energética total, el consumo de Villa Elvira en 1991 es 47% menor que el de Villa Elisa (ligado a su menor densidad residencial). En la década siguiente, este consumo aumentó un 65 % acercándose al de Villa Elisa (que creció sólo un 23% con respecto a la década anterior) por lo que la diferencia entre ambas zonas es de sólo el 18% en 2001. (Ver Figuras 7 y 8).

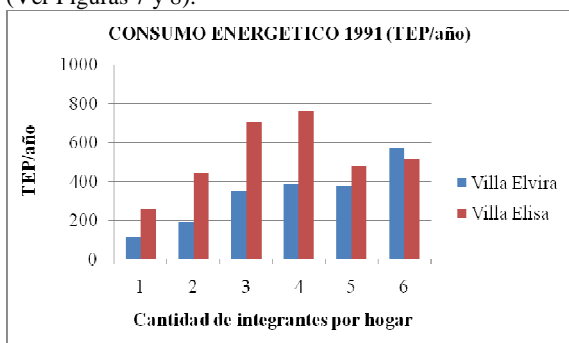


Figura 7. Consumo energético 1991

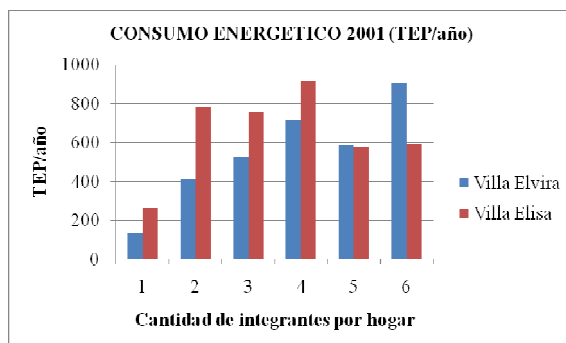


Figura 8. Consumo energético 2001

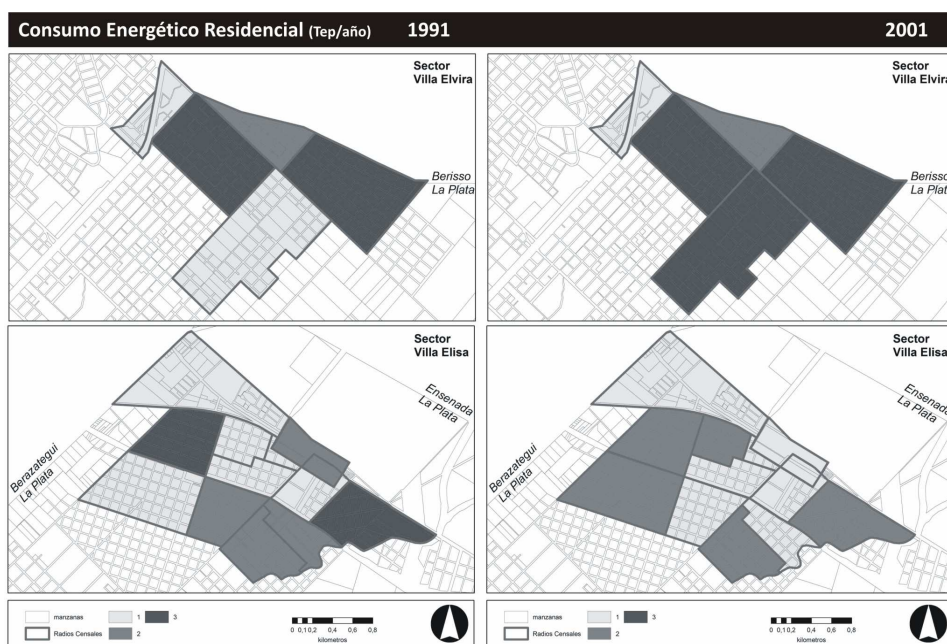


Figura 9. Consumo Energético Residencial.

Los resultados obtenidos permiten una primera aproximación a la problemática: se verifica que el nivel de consumo se relaciona no sólo con el aumento de la población sino con el cambio en la conformación de los hogares. Así, el mayor consumo energético en Villa Elvira en 1991 registra el alto peso de los hogares de 6 o más integrantes (21% de la muestra). Para 2001, si bien el mayor consumo energético sigue concentrándose en los hogares de 6 o más integrantes, su aumento del 65% entre ambos períodos se funda en el importante aumento de los hogares de 4 integrantes. En cambio, el mayor consumo energético en ambos períodos en Villa Elisa se origina en los hogares de 4 integrantes por lo que puede concluirse que en esta zona el aumento del consumo energético se relaciona al aumento de la población y no al cambio de la conformación de los hogares.

4.2. Comportamiento Energético del Sector Transporte

Las diferencias en la dinámica de la movilidad en estas áreas se asocian a su condición topológica respecto de las áreas centrales de la ciudad y a los tipos de hogares y niveles de ingreso de las familias involucradas. En ambas se registra una fuerte caída de viajes en transporte público y un incremento de viajes en automóviles particulares y de alquiler en el periodo considerado.

La pérdida de viajes en transporte público que ambas zonas registran en el período (60% aprox.) corresponde a la situación promedio para el Gran la Plata y es acorde además a la situación de los grandes y medios aglomerados de nuestro país en el mismo periodo. En los casos particulares de Villa Elisa y de Villa Elvira se registra un incremento de viajes en modos particulares y un consecuente incremento en los consumos energéticos por habitante, derivados fundamentalmente de las formas de movilidad urbana individuales (autos propios y de alquiler) frente a una deficiente oferta de transporte público.

En este sentido cabe destacar el uso del tren en Villa Elisa y el mayor nivel de ingresos que incide en un mayor índice de motorización de los hogares frente a su homólogo en villa Elvira, donde el nivel de ingreso mas bajo y las familias con mayor cantidad de miembros menores de 14 años produce mas viajes en transporte publico y/o en moto (mas eficiente que el automóvil desde el punto de vista energético).

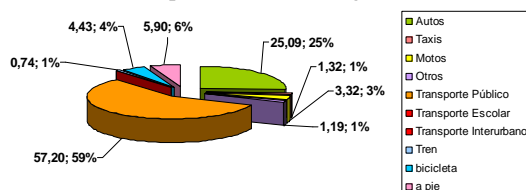


Figura 10. Partición Modal Villa Elisa 1991

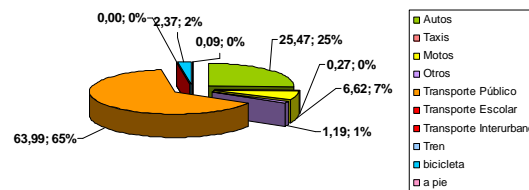


Figura 11. Partición Modal Villa Elvira 1991

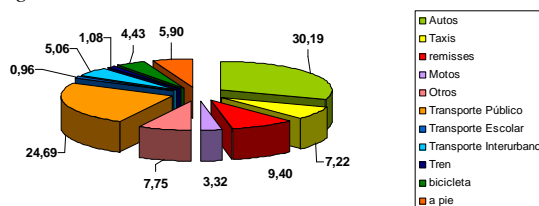


Figura 12. Partición Modal Villa Elisa 2001

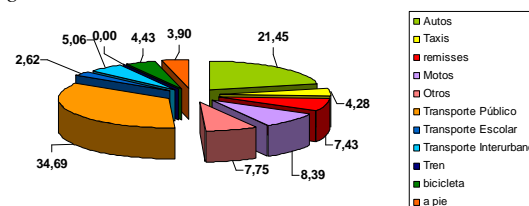


Figura 13. Partición Modal Villa Elvira 2001

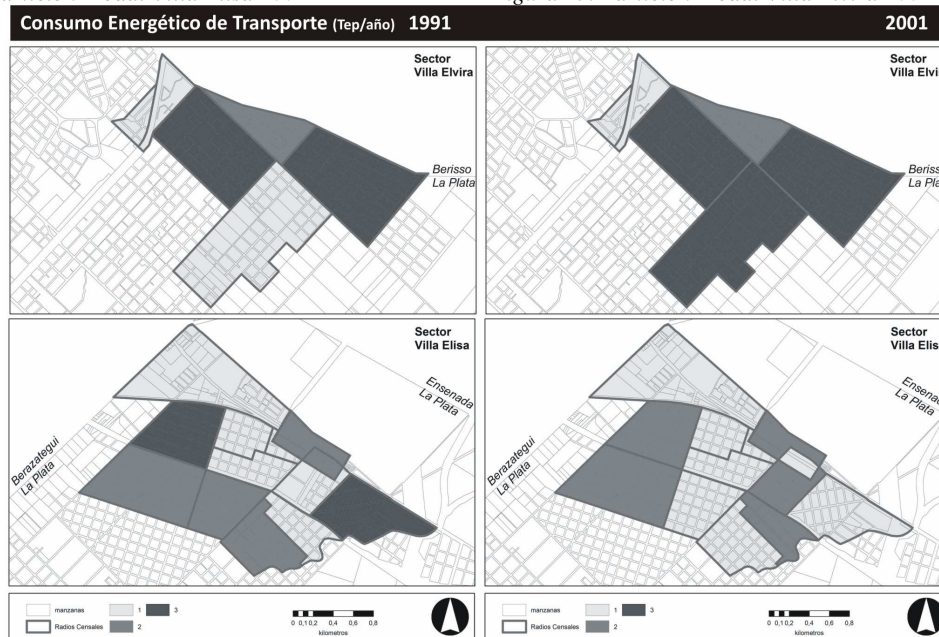


Figura 14. Consumo Energético de Transporte.

La variación de los consumos de energía (en TEP) por transporte responde a la oferta de transporte público, la cantidad de miembros de los hogares y a su tasa de motorización. La actividad y consumo de transporte varían en función de las tasas de generación de viajes totales, de la capacidad de la oferta de transporte y de la cantidad de integrantes del hogar en edad escolar y no de otras variables consideradas (como densidad residencial o valor de la tierra).

4.3. Variación de los consumos energéticos residenciales y de transporte en el periodo 1991 – 2001

Los análisis precedentes pueden sintetizarse en la siguiente tabla:

Zona de Transporte	Año	Población	Δ %	Densidad Residencial (Hab/Ha)	Consumo Energético					
					Residencial (TEP/año)	TEP/Hab	Δ %	Transporte (TEP/año)	TEP/Hab.	Δ %
Villa Elvira	1991	8.482	40,05	352,05	1.987,15	0.23	65,19	4.667,39	0,55	51,32
	2001	11.879		421,48	3.282,67	0.28		7.062,89	0,59	
Villa Elisa	1991	11.270	1,5	1.097,44	3.160,76	0.28	23,04	7.647,24	0,68	44,6
	2001	11.439		1.032,64	3.889,03	0.34		7.972,08	0,7	

Tabla 3. Síntesis del crecimiento 1991 - 2001

5. ENSAYO Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS ENERGETICAS URBANAS.

Para definir el marco futuro de estas políticas, se asumió un crecimiento tendencial de la población que resultaría de la maximización de la densidad residencial admitida en la normativa de usos del suelo aplicables a las áreas de trabajo. Esta ‘maximización de la normativa’ plantea un consumo de gas natural de 8397,07 TEP/año para Villa Elisa y de 10758,63 TEP/año para Villa Elvira. Esos resultados se mencionan en las tablas siguientes bajo la denominación “H1 tendencial”.

5.1. Políticas en el sector Residencial: Mejoramiento de la envolvente en el 50% de las viviendas existentes.

Esta medida plantea el reciclado por parte de los usuarios de sus viviendas. La medida contempla la incorporación de aislamiento térmico (poliestireno expandido) en muros del lado interior con la incorporación de un tabique de roca de yeso como superficie de terminación. Se consideró que la propuesta se aplicaría sobre el 50% del total de viviendas de cada Zona de Transporte y su efecto sobre el ahorro promedio del uso de gas natural en calefacción (21,8 %).

ZONA DE TRANSPORTE	AÑO	Total Hogares	CONSUMO RESIDENCIAL (TEP)				
			Consumo Gas Natural	Consumo Electricidad	Consumo Total	TEP/Hogar	% de Ahorro TEP/Hogar
Villa Elisa	TEP 1991	3229	3053,20	320,26	3373,46	1,04	18,70
	TEP 2001	3434	3621,61	599,42	4221,04	1,23	
	TEP H1 tendencial	7962	8397,07	1389,83	9786,90	1,23	
	TEP H1 con medidas	3981,04	6567	1389,83	7956,34	1,00	
Villa Elvira	TEP 1991	2097	2143,27	436,06	2579,34	1,23	18,47
	TEP 2001	2968	3405,29	614,80	4020,09	1,35	
	TEP H1 tendencial	9377	10758,63	1942,40	12701,03	1,35	
	TEP H1 con medidas	4688,53	8413,25	1942,40	10355,64	1,10	

Tabla 4. Consumo Residencial

Aplicando la medida de mitigación propuesta, sólo al segmento de consumo de gas natural, el consumo energético residencial (gas natural + energía eléctrica) disminuiría un 18,70% en el caso de Villa Elisa y un 18,47% en el caso de Villa Elvira. Cabe aclarar que esta medida de mitigación se aplica sólo al consumo de gas natural ya que se ahorra en calefacción a partir del mejoramiento de la envolvente, no aplicándose, hasta el momento, ninguna medida al consumo de energía eléctrica.

5.2. Políticas en el sector Transporte

Las políticas de transporte incluyen un conjunto de medidas de promoción de Transporte Urbano Público y de movilidad no-motorizada. Los criterios empleados suponen un incremento de controles de buenas prácticas de manejo para autobuses, taxis, autos particulares, motos y peatones; una inversión - no alta - en la mejora de las infraestructuras de circulación ya existentes, especialmente en las instalaciones y funcionamiento del tren Villa Elisa – La Plata y en circulación de peatones y bicicletas para Villa Elvira.

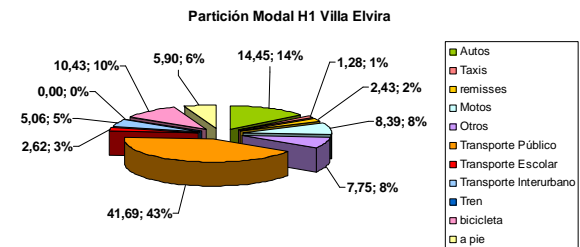


Figura 15. Políticas de movilidad urbana en Villa Elvira

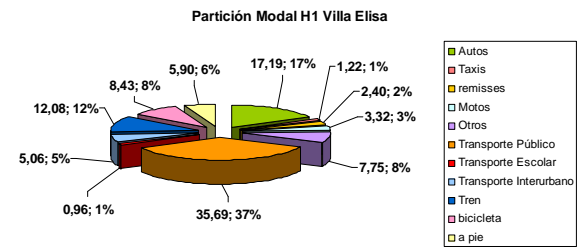


Figura 16. Políticas de movilidad urbana en Villa Elisa

En la figura 15 y 16 y la tabla 5 se muestran las particiones modales estimadas para cada Zona de transporte y para las medidas de mitigación detalladas en tabla 5.

Política de transporte Villa Elisa para 25.000 habitantes / Villa Elvira para 37.000 habitantes			
Modos de transporte	Partición modal		Medidas incluidas en la política de transporte
	Villa Elvira	Villa Elisa	
Autos	14,45	17,19	Penalización de los bajos factores de ocupación de vehículos
Taxis	1,28	1,22	
Remises	2,43	2,40	
Motos	8,39	3,32	Incremento de control de infracciones y aumento de multas
Otros	7,75	7,75	Diversificación de la oferta de viajes masivos según destinos
Transporte Público	41,69	35,69	Carril exclusivo Alta Velocidad Villa Elisa – LA PLATA
Transporte Escolar	2,62	0,96	
Transporte Interurbano	5,06	5,06	
Tren	0,00	12,08	Incremento Frecuencias, Seguridad y Estacionamiento de Autos en Ferrocarril
Bicicleta	10,43	8,43	
A pie	5,90	5,90	Mejora de todo el sistema de veredas de Villa Elisa

Tabla 5. Hipótesis de afectación de medidas a la Partición Modal de Transporte.

La aplicación de esta política de transporte, orientada a la promoción de los modos masivos y a los modos no motorizados, resultan en un ahorro o disminución del consumo energético más significativo en Villa Elisa (-20%) que en Villa Elvira (-4%). Esta diferencia de impacto evidencia la capacidad de ahorro energético de los actuales patrones de consumo energético por transporte de Villa Elisa, respecto de los de Villa Elvira. La primera presenta indicadores mayores en la tasa de generación por habitante, mayor tasa de motorización, mayor cantidad de Km. recorridos por viaje y mayor cantidad de integrantes del hogar que viajan. Esta diferencia está asociada a los niveles de ingreso, menores en Villa Elvira, que promueven una mayor racionalidad económica en el comportamiento de movilidad de los habitantes.

localidad	AÑO	Población	TEP por Transporte		
			Consumo absoluto	TEP/HAB	disminución
Villa Elisa	TEP 1991	1125670	7.647,236	0,679	
	TEP 2001	11439	7.972,077	0,697	
	TEP H1 tendencial	25065	17.468,319	0,697	3.424,942
	TEP H1 con medidas	25065	14.043,377	0,560	- 19,60 %
Villa Elvira	TEP 1991	8482	6.300,982	0,550	
	TEP 2001	11879	7.062,887	0,595	
	TEP H1 tendencial	37438	22.259,481	0,595	825,02625
	TEP H1 con medidas	37438	21.434,455	0,573	- 3,70 %

Tabla 6. Síntesis de Evaluación de Políticas de Transporte

6. CONCLUSIONES

De comportamiento

El comportamiento del consumo energético *residencial* es sólo relativamente dependiente de la densidad residencial mientras que el del *transporte* es más dependiente de las distancias de las áreas a los centros urbanos y de los niveles de ingreso de los hogares, que inciden a su vez en los índices de motorización de los mismos.

Esta observación supone que la variación de TEP de transporte y residencia responde a patrones de consumo que varían según la composición de los hogares y según los niveles de ingreso, siendo más predecibles, estables y sustentables los comportamientos de consumo de TEP de los sectores de menores ingresos. Esto supone que el mayor potencial de ahorro se concentra en los sectores de mayor nivel de ingreso y estándar de vida.

El comportamiento de los sectores de menores ingresos se caracteriza por un mayor consumo de energía residencial relacionado a la calidad de la vivienda (por no disponer del dinero necesario para una inversión inicial en vivienda de calidad) y un menor consumo de transporte ligado a una optimización del costo de la movilidad cotidiana, ecuación que no consideran los sectores de mayores ingresos.

La menor distancia al centro de Villa Elvira no es indiferente a la decisión de localización residencial de sus habitantes; en cambio, los habitantes de Villa Elisa no necesitan optimizar el costo económico de esta distancia, en virtud de disponer de otras alternativas privadas de desplazamiento.

Metodológicas

El trabajar con radios censales como unidades de análisis (y no con individuos: población empresas, vehículos, viviendas, etc.) plantea condiciones particulares y singulares en el manejo de los datos secundarios: las variables sustantivas (población, consumos, etc.) deben tratarse como atributos de la *unidad territorial* considerada y no de los *individuos* que las hacen evolucionar, lo que amerita tratamientos especiales de la información y algunas dificultades en la comunicación.

El reconocer las diferentes trayectorias y correlaciones que explican los comportamientos de la población respecto de dos fuentes diferentes de consumo energético (como lo son la residencia y la movilidad analizadas en este ensayo) resulta un insumo clave para reconocer cadenas de procesos explicativos y para guiar la formulación de las ecuaciones del modelo. Esta comprobación alerta sobre la necesidad de encarar análisis similares respecto de otras fuentes de consumo energético (como, por ejemplo, las demandas diferenciadas de las empresas), para reconocer y formalizar sus propias trayectorias.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aón, L., (2003) Configuración de Patrones de Apropiación del Espacio Residencial y de Conductas de Movilidad. Actas del XI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. Tomo II páginas 134- 151. Editorial Universidad Católica de Chile.
- Brea, B., Martini, I., Discoli, C., Ferreyro, C., Rosenfeld, E. (2008). Atlas energético ambiental para el partido de la plata. Comportamiento energético del sector residencial. Análisis de las variables energéticas y socio-demográficas. ASADES (Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.) Vol. 12. ISSN 0329-5184, pp 01.21-01.28.
- Discoli, C., Martini, I., San Juan, G., Rosenfeld, E., Dicroce, L., Ferreyro, C. (2008). Modelo de calidad de vida urbana. Contrastes urbanos a partir de los niveles de calidad de los servicios energéticos principales y de los aspectos ambientales. ASADES (Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.) Vol. 12. ISSN 0329-5184, pp 0.1-37-0.1.43.
- Karol, J. L., Martini, I., San Juan, G., Discoli, C., Ravella, O. y Rosenfeld, E. (2008), Modelo conceptual para la experimentación numérica de estrategias y políticas de desarrollo urbano, en el marco de la sustentabilidad ambiental y energética. ASADES '08, XXXI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente - Tema 7: uso eficiente y racional de la energía. Políticas y economía energética - Mendoza, Noviembre 2008,
- Karol, J.L., Ravella, O., Martini, I., Sánchez Arrabal, M.B., Aón, L., Domnanovich, R., Tauber, F., Frediani, J., Salas, R., Avalos, A., (2009), "NUMEX. Desarrollo de un modelo de simulación de la dinámica urbana para la experimentación numérica de políticas y estrategias de desarrollo sustentable". IIPAC, FAU, UNLP, IV Jornadas FAU de Proyectos de Investigación, La Plata, Noviembre.
- Karol, J.L., Domnanovich, R., (2010), Building-up urban scenarios: assessing institutional feasibility and political viability of strategic trajectories. IT-GO 2010 "Territorial Intelligence and socio-ecological foresight" Nantes + Rennes, March 24/26
- Ravella, O., Aón, L., Olivera, H., Giacobbe, N., Frediani, J., Elizalde, E., Wright, S., Moro, S., Alvarez, L., (2002), La modelización integrada Transporte – Uso del suelo como herramienta de la planificación urbana. UI 6B-IDEHAB – FAU – UNLP.
- Ravella, O., Carriquiriborde, H., Gershanik, G. (2004), El Transporte Urbano de Pasajeros en la Micro-Región del Gran La Plata. IDEHAB – FAU – UNLP.
- Ravella, O., Aón, L., Olivera, H., (2004) Modelización Integrada de uso de suelo y transporte revista Averma Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Volumen 8 Tomo 2 Art. 145 Páginas: 73-78 Ed. ASADES. ISSN: 03295184
- Rosenfeld, E., G. San Juan, G., Discoli, C., Ferreyro, C., Martini, I., Fushimi, A., Sosa, M.I., Matti, C., Groisman, E., Barrera, J. (2006). Medidas de eficiencia energética. Componente 1. Proyecto BIRF N° TFS 1287/AR.
- San Juan, G., Discoli, C., Martini, I., Ferreyro, C., Rosenfeld, E., Barbero, D., Brea, B., Melchiori, M., Dicroce, L., Domínguez, C., Stangue, S. (2006). Estructura de un Atlas Urbano-Ambiental para la región del Gran La Plata. Sistematización de las variables intervinientes. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 10, pp. 37-44, CD, ISBN 0329-5184.
- Varsavsky, O. (1971). Proyectos Nacionales. Ed. Periferia. Buenos Aires.

GLOSARIO

GEI: Gases de Efecto Invernadero

EE: Energía Eléctrica

GN: Gas Natural

TEP: Tonelada Equivalente de Petróleo. Unidad de medida de energía.

1 TEP = 41.868.000.000 Julios = 11.630kWh.

Hab: Habitantes.

Ha, Has: Hectárea/Hectáreas. Unidad de medida de superficie. 1 Ha = 10.000 m²

RC: Radio Censal. Unidad Territorial. Base de los Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas.

ZT: Zona de Transporte.

Δ %: Variación porcentual.

Pob: Población.

ABSTRACT: The paper reviews relations among urban dynamics and patterns related to Land Use and Population Mobility at two territorial units (Transport Zones) in La Plata, in order to support the formulation of equations of a first reduced prototype of a simulation and numerical experimentation model. We discuss conceptual, methodological, instrumental and operational aspects related to data selection and analyses, their spatial representation, and to the formulation of a system of equations pertaining to a model's reduced version (Prototype). We discuss preliminary results of energy optimization hypothetical scenarios based upon residential and transport activities.

Keywords: Urban dynamics – Numerical experimentation. Land Use, Transport and Energy Policies